

**ANALISIS EKOEFISIENSI PEMAKAIAN LILIN DAUR
ULANG PADA PROSES PRODUKSI BATIK DI UKM MERAK
MANIS KAMPUNG BATIK LAWEYAN**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik**

Oleh:

FATIHA WIDYANTI
D 600 170 012

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS EKOEFISIENSI PEMAKAIAN LILIN DAUR ULANG PADA
PROSES PRODUKSI BATIK DI UKM MERAK MANIS KAMPUNG
BATIK LAWEYAN**

NASKAH PUBLIKASI ILMIAH MAHASISWA

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

FATIHA WIDYANTI
D 600 170 012

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Ir. Etika Muslimah, S.T., M.M., M.T
NIK. 890

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS EKOEFISIENSI PEMAKAIAN LILIN DAUR ULANG PADA
PROSES PRODUKSI BATIK DI UKM MERAK MANIS KAMPUNG
BATIK LAWEYAN**

**OLEH
FATIHA WIDYANTI
D 600 170 012**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada Hari Jum'at 23 Juli 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

- | | |
|--|---------|
| 1. Ir Etika Muslimah, S.T.,M.M.,M.T
(Ketua Dewan Penguji) | (.....) |
| 2. Ir. Much Djunaidi, S.T., M.T
(Anggota I Dewan Penguji) | (.....) |
| 3. Muchlison Anis, S.T., M.T
(Anggota II Dewan Penguji) | (.....) |



Dekan,

Rois Fatoni, S.T.,M.Sc., Ph.D

NIDN. 0603027401

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, Juli 2021

Penulis



FATIHA WIDYANTI
D600170012

ANALISIS EKOEFISIENSI PEMAKAIAN LILIN DAUR ULANG PADA PROSES PRODUKSI BATIK DI UKM MERAK MANIS KAMPUNG BATIK LAWEYAN

Abstrak

UKM Merak Manis merupakan salah satu UKM Batik yang berada di Kampung Batik Laweyan yang memproduksi batik tulis dan batik cap. Proses produksi batik tulis dan batik cap menggunakan bahan baku lilin yang berbeda. Batik tulis menggunakan lilin baru dan batik cap menggunakan lilin daur ulang. Dengan adanya proses produksi tersebut terdapat inefisiensi. Pengolahan data menggunakan metode *Life Cycle Assessment* untuk membandingkan dampak lingkungan yang dihasilkan dari produksi kedua jenis batik tersebut. Data diolah menggunakan *software* Simapro 9.1.1.7 didapatkan hasil eco cost untuk batik tulis sebesar Rp 13.592.098,603 dan untuk batik cap sebesar Rp 12.134.692,196. Selanjutnya adalah hasil *Eco Efficiency Index* pada batik tulis sebesar 1,14 dan batik cap sebesar 1,3 yang artinya kedua jenis proses pembatikan tersebut *affordable* dan *sustainable*. Nilai *Eco Efficiency Ratio* batik tulis sebesar 13% dan batik cap sebesar 24%, sehingga artinya proses produksi batik cap lebih efisien.

Kata Kunci: Life Cycle Assessment, Batik, Eko-Efisiensi, Simapro

Abstract

Merak Manis UKM is one of the Batik UKM located in Kampung Batik Laweyan which produces hand-drawn batik and stamped batik. The production process of written batik and stamped batik uses different raw materials of wax. Written batik uses new wax and stamped batik uses recycled wax. With the production process there are inefficiencies. Data processing uses the Life Cycle Assessment method to compare the environmental impacts resulting from the production of the two types of batik. The data was processed using Simapro 9.1.1.7 software. The eco cost for hand-drawn batik was Rp. 13,592,098,603 and for stamped batik, it was Rp. 12,134,692,196. Next is the result of the Eco Efficiency Index on hand-drawn batik of 1.14 and stamped batik of 1.3, which means that both types of batik processes are affordable and sustainable. The value of Eco Efficiency Ratio for hand-drawn batik is 13% and stamped batik is 24%, meaning that the production process of stamped batik is more efficient.

Keywords: Life Cycle Assessment, Batik, Eco Efficiency, Simapro

1. PENDAHULUAN

Kota Surakarta merupakan salah satu kota di Indonesia yang masih kental akan kesenian budaya. Kesenian yang masih ada baik dari kesenian tangan maupun pertunjukan. Selain itu, warisan budaya yang masih terus dilestarikan adalah batik (Anisah, 2016). Batik yang awalnya hanya digunakan di lingkungan keraton saja mulai menyebar ke luar keraton seiring dengan kebutuhan dan perkembangan jaman dari kebutuhan individual menjadi industrial (Iskandar, 2017). Menurut (Hamzuri) dalam bukunya yang

berjudul “Batik Klasik”, batik sebagai suatu cara untuk memberi hiasan pada kain dengan proses menutupi bagian-bagian tertentu menggunakan perintang. Pada mulanya budaya membatik ini merupakan adat atau budaya yang turun temurun sehingga motif-motifnya dapat dikenali dari asal daerah tertentu (Trixie, 2020).

Kampung Batik Laweyan sendiri sudah ada sejak jaman kerajaan di Kota Solo. Namun, sekitar tahun 1975-2000 adanya perubahan teknologi membuat Kampung Laweyan mati suri. Kondisi seperti itu membuat beberapa pengrajin gulung tikar namun ada juga yang masih menggeliat untuk bertahan. Pengusaha yang masih bertahan, tidak hanya memproduksi baju atau *fashion* saja tetapi juga untuk perlengkapan rumah tangga seperti taplak meja dan hiasan dinding. Ketika pandemi COVID-19 seperti tahun 2020 ini, pengrajin batik juga harus bertahan untuk melanjutkan hidup. Pandemi ini memaksa para pengrajin untuk lebih mengefisiensikan bahan baku. Perhitungan efisiensi berpengaruh positif terhadap produktivitas (Salama, 2018).

Proses membatik antara lain: pemberian warna dasar, pemberian lilin, peluruhan warna dasar, pelorodan malam, lalu setelah itu diberi warna yang diinginkan. Menurut wawancara dengan pelaku UKM, dalam proses memberi warna dan pelorodan lilin, UKM-UKM yang berada di Kampung Batik Laweyan saat ini menggunakan warna sintetis karena warna alam dianggap lebih mahal dan akan tetap merusak lingkungan. Dalam proses mencanting batik tulis terkadang ada lilin-lilin yang terjatuh. Sisa-sisa lilin tidak hanya didapatkan dari lelehan lilin ketika proses mencanting tapi juga dari proses pelorodan. Lilin merupakan bahan yang penting bagi UKM Merak Manis karena dapat menentukan kualitas dari batik hasil produksinya. Pada UKM Merak Manis lilin sisa pelorodan dari proses batik tulis dan batik cap dapat diolah kembali namun hanya dapat digunakan untuk proses batik cap. Sehingga UKM belum menggunakan lilin sisa dengan maksimal karena lilin daur ulang hanya bisa digunakan untuk batik cap. Apalagi, UKM Merak Manis menggunakan lilin *grade* 1 untuk proses membatik batik tulis. Sehingga, lilin daur ulang kurang bisa digunakan untuk proses batik tulis. Penggunaan lilin daur ulang pada UKM dapat menghemat biaya bahan baku. Lilin pada kain batik akan dilorod menggunakan air mendidih sehingga lilin terlepas dari kain dan terdapat di permukaan air. Hal ini terjadi karena lilin merupakan lemak yang memiliki massa jenis lebih kecil daripada air. Setelah itu, sisa lilin hasil pelorodan diolah kembali dengan cara merebus campuran lilin, parafin, kendal yang merupakan sisa atau ampas

dari pembuatan minyak goreng, gondorukem (getah pohon pinus), dan damar (getah pohon meranti). Apabila bahan malam sudah larut maka siap dicetak dan digunakan. Penelitian ini akan membandingkan penggunaan lilin daur ulang dan lilin baru untuk produksi batik di UKM Merak Manis, ditinjau dari aspek ekoefisiensinya.

Kementerian Lingkungan Hidup (2007) menyatakan bahwa industri batik merupakan faktor terbesar yang mengakibatkan pencemaran air di Indonesia. Hal ini dikarenakan minimnya pengetahuan dan kesadaran dari para pelaku industri batik sehingga terjadi pencemaran dan ketidakefisiensian pada UKM batik. Ekoefisiensi memberikan solusi penghematan bahan baku, air, dan energi untuk memangkas adanya barang yang terbuang sia-sia serta sebagai bentuk menghargai lingkungan karena dapat mencegah limbah yang lebih buruk (Widodo, 2013).

Eko-efisiensi adalah suatu konsep yang memasukkan aspek sumber daya alam dan energi atau suatu produksi yang meminimumkan penggunaan bahan baku, air, energi serta dampak lingkungan per unit produk (Rifa'atussa'adah, 2017). Ekoefisiensi mengarah pada perbaikan ekologi dan ekonomi dengan peningkatan kualitas kinerja UKM dimulai dari proses produksi sampai dengan evaluasi (Nindita, 2017). Dengan teori ekoefisiensi, diharapkan adanya perubahan ke arah yang lebih baik dari segi ekonomi dan efisiensi yang terjadi di UKM. Menurut *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), eko-efisiensi dapat dicapai dengan membuat suatu harga produk yang kompetitif dan pelayanan yang memuaskan untuk kebutuhan, mengurangi dampak terhadap lingkungan, ekoefisiensi lebih berfokus pada membuat nilai/produk dengan dampak yang minimum (Windrianto, 2016).

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di UKM Batik Merak Manis Kampung Batik Laweyan dengan mengambil dua objek yaitu proses pembatikan batik tulis yang menggunakan lilin baru dan proses pembatikan batik cap yang menggunakan lilin daur ulang. Penelitian ini mengidentifikasi material dalam proses produksi batik dengan *Life Cycle Assessment* (LCA). Adapun langkah-langkah penelitian dapat ditunjukkan sebagai berikut:

2.1 Objek Penelitian

Pemilihan objek pada penelitian ini dilakukan di UKM Batik Merak Manis yang merupakan UKM besar di Kampung Batik Laweyan. UKM Merak Manis memproduksi

batik tulis, batik cap, dan batik *printing*. Sehingga bisa membandingkan proses pembuatan batik tulis dan batik cap dalam satu UKM.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung dan wawancara ke UKM. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tahapan proses pembuatan dan melihat proses pembuatan secara langsung. Wawancara di UKM Merak Manis dilakukan dengan salah satu pegawai Batik Merak Manis.

2.3 Teknik Pengolahan Data

Data-data yang didapatkan dari UKM Merak Manis kemudian diolah menggunakan *software* Simapro yang dapat digunakan untuk menganalisis *Life Cycle Assessment* (LCA). *Life Cycle Assessment* merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi dampak lingkungan yang disebabkan oleh tahapan dan daur hidup dari suatu produk mulai dari bahan baku sampai produk selesai oleh konsumen. Fase-fase dari perhitungan LCA adalah sebagai berikut:

2.3.1 *Goal and Scope Definition*

Fase ini bertujuan untuk menentukan sebuah rencana kerja dari keseluruhan LCA. Tahapan yang ada di fase ini antara lain: pendefinisian tujuan, pendefinisian lingkup, pendefinisian fungsi dan pendefinisian unit fungsional, *alternative*, aliran referensi.

2.3.2 *Life Cycle Inventory*

Fase ini merupakan tahapan proses *input* material-material yang digunakan dalam perhitungan LCA.

2.3.3 *Life Cycle Impact Assessment*

Fase ini merupakan perhitungan dampak yang ditimbulkan dari material-material yang sudah dimasukkan kedalam fase *Life Cycle Inventory*. Fase ini terdapat beberapa penilaian, yaitu: *characterization* untuk menilai kontribusi *input* dan *output* terhadap lingkungan, *damage assessment* untuk menilai dampak lingkungan yang dihasilkan, *normalization* untuk penyamaan unit bagi semua kategori, dan *weighting* untuk perbandingan dan pembobotan dampak yang telah dinilai.

2.3.4 *Interpretation*

Fase terakhir adalah hasil dan formulasi dari kesimpulan dan rekomendasi.

Berdasarkan perhitungan menggunakan *software* Simapro dihasilkan 3 kategori kerusakan atau dampak dari material-material proses pembatikan yaitu *human health* dengan satuan DALY, *ecosystem quality* dengan satuan PDF*m2yr, dan *resources* dengan satuan MJ Surplus. Kemudian dilakukan perhitungan *eco cost* dengan mengonversi satuan mata uang Euro ke satuan mata uang Rupiah. Nilai tukar mata uang Euro ke rupiah mengacu pada tanggal 28 Juni 2021. Hasil perhitungan tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Konversi Satuan

Kategori	Keterangan	Satuan
Human Health	1 QALYs*74000	Euro
Ecosystem Quality	PDFm2 yr*1.4	Euro
Resources	MJ * 0.00411	Euro
Konversi	1 Euro*14.471,5	Rupiah

Hasil perhitungan *eco cost* digunakan untuk perhitungan *Eco Efficiency Index* atau EEI. EEI bertujuan untuk menilai apakah produksi ini *affordable* dan *sustainable*. Rumus EEI seperti persamaan (1)

$$EEI = \frac{\text{Harga Jual} - \text{Biaya Produksi}}{\text{Eco Cost}} \quad \dots\dots (1)$$

Tabel 2. Kriteria EEI

<i>Eco-efficiency >1</i>	<i>Affordable</i>	<i>Sustainable</i>
<i>Eco-efficiency = 0-1</i>	<i>Affordable</i>	<i>Not sustainable</i>
<i>Eco-efficiency <0</i>	<i>Not affordable</i>	<i>Not sustainable</i>

Setelah didapatkan hasil EEI, dilanjutkan dengan perhitungan *Eco Cost Value Ratio* (EVR) untuk menghitung nilai dari tingkat *Eco Efficiency Ratio* (EER). Untuk rumus EVR terdapat pada persamaan (2) dan rumus EER terdapat pada persamaan (3) di bawah ini:

$$EVR = \frac{\text{Eco cost}}{\text{Net Value}} \quad \dots\dots(2)$$

$$EER = (1 - EVR) \times 100\% \quad \dots\dots(3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian di UKM Batik Merak Manis dengan mengambil dua objek yaitu batik tulis yang menggunakan lilin baru dan batik cap yang menggunakan lilin daur ulang. Perbedaan dari dua proses pembuatan batik ini ada pada perbedaan beberapa bahan baku dan jumlah dari bahan baku tersebut.

3.1 Perhitungan Dampak Lingkungan

Perhitungan dampak lingkungan merupakan perhitungan dampak bahan baku yang digunakan untuk proses pembuatan batik tulis dan batik cap. Pengolahan data dilakukan menggunakan *software* Simapro dan didapatkan hasil seperti di bawah ini :

Tabel 3. Perbandingan *Characterization* Batik Tulis dan Batik Cap

Impact category	Unit	Batik Tulis	Batik Cap
Carcinogens	DALY	0,003033	0,002287
Resp. organics	DALY	4,75E-07	1,42E-06
Resp. inorganics	DALY	0,002251	0,002026
Climate change	DALY	7,33E-05	0,000126
Radiation	DALY	2,36E-07	2,55E-07
Ozone layer	DALY	5,27E-07	3,99E-07
Ecotoxicity	PAF*m2yr	1150,568	944,8034
Acidification/ Eutrophication	PDF*m2yr	26,98208	26,93845
Land use	PDF*m2yr	237,8763	237,9708
Minerals	MJ surplus	3,845096	7,506861
Fossil fuels	MJ surplus	2638,225	1615,368

Analisis:

Untuk kategori *human health* dampak terbesar ada pada *carcinogens* dari batik tulis sebesar 0,003033 dan dari batik cap sebesar 0,002287. Untuk kategori *ecosystem quality* dampak terbesar disebabkan oleh *ecotoxicity* dari batik tulis sebesar 1150,568 dan batik cap sebesar 944,8034. Untuk kategori *resources* dampak terbesar dari *fossil fuels* batik tulis sebesar 2638,225 dan batik cap sebesar 1615,368.

Tabel 4. Total *Damage Assessment* Batik Tulis dan Batik Cap

Damage category	Unit	Batik Tulis	Batik Cap
Human Health	DALY	0,005358	0,004442
Ecosystem Quality	PDF*m2yr	379,9152	359,3896
Resources	MJ surplus	2642,07	1622,875

Dari hasil perhitungan perbandingan *damage assessment* batik tulis dan cap, nilai kerusakan lebih besar disebabkan oleh batik tulis baik dari *human health*, *ecosystem quality*, dan *resources*. Kesehatan manusia atau *human health* pada produksi batik tulis adalah sebesar 0,005358 DALY yang artinya 0,005358 tahun angka hidup sehat yang hilang, sedangkan untuk batik cap sebesar 0,004442 DALY yang artinya 0,004442 tahun angka hidup sehat yang hilang.

Ecosystem Quality yang ditimbulkan dari proses produksi batik tulis dan batik cap sebesar 379,9152 PDF*m2yr yang artinya kerusakan ekosistem atau hilangnya spesies sebesar 379,9152 m²/tahun, sedangkan untuk batik cap sebesar 359,3896 PDF*m2yr yang artinya ekosistem yang rusak atau spesies yang hilang adalah 359,3896 m²/tahun.

Resources pada proses pembatikan batik tulis sebesar 2642,07 MJ *Surplus* yang artinya jumlah energi yang hilang yang dibutuhkan untuk mengekstraksi dari suatu sumber daya. Sedangkan untuk batik cap sebesar 1622,875 MJ *Surplus*.

3.2 Perhitungan *Eco Cost*

Eco Cost merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk mengatasi dampak lingkungan yang disebabkan adanya *Life Cycle Assessment*.

Tabel 5. Total *Eco Cost* Produksi Batik Tulis dan Batik Cap

Damage Categories	Batik Tulis	Batik Cap
Human Health	Rp 5.737.833	Rp 4.756.897
Ecosystem Quality	Rp 7.697.119	Rp 7.281.269
Resources	Rp 157.144	Rp 96.525
Total	Rp 13.592.098	Rp 12.134.692

1) Perhitungan *Eco Efficiency Index* (EEI) dan *Eco Efficiency Ratio* (EER Rate)
Eco Efficiency Index merupakan perhitungan yang digunakan untuk mengetahui apakah produk tersebut *affordable* dari segi ekonomi dan *sustainable* dari segi lingkungan.

Setelah mendapatkan nilai EEI, digunakan untuk menghitung EVR dan yang terakhir adalah EER yaitu persentase *eco efficiency* dari produksi yang dilakukan.

Tabel 6. *Net Value* Produksi Batik Tulis dan Batik Cap

Variabel	Batik Tulis		Batik Cap	
Harga Jual	Rp	60.000.000	Rp	20.000.000
Biaya Produksi	Rp	44.379.000	Rp	4.194.500
Keuntungan	Rp	15.621.000	Rp	15.805.500
Eco Cost	Rp	13.592.098	Rp	12.134.692

Tabel 7. Perbandingan Nilai EEI, EVR, dan EER *Rate*

Variabel	Unit	Batik Tulis	Batik Cap
EEI	Index	1,14	1,3
EVR	Index	0,87	0,76
EER Rate	%	13%	24%

Berdasarkan pada hasil perhitungan *eco cost*, *cost benefit analysis*, *eco efficiency index* dan *eco efficiency ratio* didapatkan hasil ekoeisiensi batik tulis sebesar 13% dan batik cap sebesar 24% yang artinya ekoeisiensi dari batik cap lebih besar dibanding dengan batik tulis. Hal ini menandakan produksi batik cap dengan lilin daur ulang lebih baik dari segi ekonomi dan lingkungan.

Pengoptimalan menjaga lingkungan dapat dilakukan dengan cara lain seperti yang sudah dijelaskan pada penelitian lain. Misalnya: pada penelitian yang dilakukan (Darmawan, 2020) pembuatan alat bantu untuk proses pelorodan sehingga dapat menambah penghematan biaya. Penelitian lain yang dilakukan (Aghdalifia, 2020) tentang pewarna batik menggunakan warna alami dan warna sintetis, dihasilkan bahwa penggunaan warna alami lebih baik karena *affordable* dari segi ekonomi dan *sustainable* dari segi lingkungan. Dampak batik cap pada penelitian yang dilakukan (Prastiwi, 2017) diperbaiki dengan mengubah material-material yang berpotensi merusak lingkungan seperti halnya bahan kain dengan dampak lingkungan lebih rendah. Lilin-lilin bekas diberikan campuran gondo dan paraffin sehingga dapat digunakan kembali, selain itu padatan lilin bekas pelorodan dan sisa kain mori juga dapat dibuat kerajinan tangan memiliki nilai ekonomis yang tinggi serta bisa menjadi cinderamata bagi konsumen (Saqo, 2017).

4. PENUTUP

Dari hasil penelitian analisis dampak penggunaan lilin daur ulang pada proses batik tulis dan batik cap di UKM Batik Merak Manis Kampung Batik Laweyan, Surakarta. Maka dapat disimpulkan dan usulan perbaikan:

Proses produksi batik batik tulis maupun batik cap terdapat beberapa tahap yaitu pengecapan, pewarnaan, pembilasan pertama, pelorodan, pembilasan kedua, dan yang terakhir adalah pengeringan.

Material yang digunakan untuk proses pembuatan batik tulis antara lain: kain katun, lilin malam, solar, air, kayu bakar, pewarna naptol dan campuran garam. Sedangkan untuk batik cap menggunakan material kain katun, lilin baru dan campuran lilin daur ulang, air, kayu bakar, gas LPG, paraffin, pewarna naptol dan campuran garam.

Berdasarkan pengolahan data menggunakan *software* Simparo dengan metode *Eco-indicator 99(H)* didapatkan hasil dampak lingkungan untuk kategori *human health*, *ecosystem quality*, dan *resources* lebih besar pada proses pembuatan batik tulis yang menggunakan lilin baru dibandingkan dengan batik cap yang menggunakan lilin daur ulang.

EEI dari batik tulis sebesar 1,14 dan EEI dari batik cap sebesar 1,3. Tahap terakhir adalah menghitung *Eco-efficiency Ratio* untuk mengetahui nilai efisiensi dari produk tersebut. Didapatkan hasil EER Rate dari batik tulis sebesar 13% dan batik cap sebesar 24% yang artinya ekoefisiensi batik cap lebih besar dibandingkan dengan batik tulis sehingga produksi batik cap lebih baik dari segi ekonomi maupun lingkungan.

Usulan perbaikan yang diberikan kepada UKM Merak Manis yaitu mengurangi penggunaan bahan baku lilin baru dengan cara menambahkan campuran lilin daur ulang pada proses produksi batik tulis, memperbanyak atau meningkatkan produksi batik cap yang menggunakan lilin daur ulang karena dari segi *net value* yang didapatkan hasil yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

Agdhalifia, Raras Wikiratih. 2020. Analisis Tingkat Eko Efisiensi UKM Batik Pewarna Alami dan Sintetis Menggunakan Metode *Life Cycle Assesment(LCA)*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Anisah, Sari Saraswati. 2016. Pusat Batik Surakarta Hadiningrat di Laweyan, Surakarta. *Jurnal Ilmiah Desain Konstruksi*. Vol.15. No.1.
- Darmawan, Fathoni. 2020. Perancangan Alat Bantu Untuk Mempermudah Proses Penglorotan dalam Pembuatan Kain Batik (*Quality Function Development*). *Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Iskandar. 2017. Batik Sebagai Identitas Kultural Bangsa Indonesia di Era Globalisasi. *GEMA*.
- Nindita, Velma. 2017. Perancangan dan Aplikasi Eko-Efisiensi pada UKM Batik Nadia Royani Pekalongan. *Jurnal Ilmiah Teknosains*. Vol.3. No.2.
- Prastiwi, Berlina Rosna. 2017. Analisis Dampak Material Batik Cap Terhadap Lingkungan (Studi Kasus: Batik Supriyarso Kampung Batik Laweyan). *Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Rifa'atussa'adah dan Bulan Prabawani. 2017. Analisis Eko-Efisiensi pada Usaha Kecil dan Menengah (UKM) Batik Tulis Bakaran. *Diponegoro Journal of Social and Politic*. 1-6.
- Salama, Sri Cahyaning Umi. 2018. Efficiency Analysis of State Budget on Agricultural Development in Indonesia 2012-2016. *Journal of Developing Economics*. 03 (1): 33-48.
- Saqo, Muhammad Luthfi. 2017. Analisis Produktivitas pada Industri Batik dengan Konsep Green Productivity. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Trixie, Alicia Amaris. 2020. Filosofi Motif Batik Sebagai Identitas Bangsa Indonesia. *Folio*. Vol.1. No.1.
- Widodo, Nurrizki Dwianto. 2013. Bentuk Penerapan Eko-Efisiensi pada Rrantai Nilai di Klaster Batik Laweyan, Kota Surakarta. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*. Vol.1. No.3.
- Windrianto, Yulius, dkk. 2016. Pengukuran Tingkat Eko-Efisiensi Menggunakan Metode Life Cycle Assessment (LCA) Untuk Menciptakan Produksi Batik yang Efisien dan Ramah Lingkungan. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. Vol 9. No.2.